

# MANIPULATOR FOR INTERVENTIONAL AND OPERATIVE PROCEDURES WITH CT/MRI MONITORING

Ac

Publication number: DE10030507

Publication date: 2002-01-17

Inventor: GUMB LOTHAR (DE); JUNKER HEINZ (DE); STERN DIETER (DE); MUELLER KLAUS (DE); MELZER ANDREAS (DE); HEMPEL ECKHARD (DE); RIFFEL MICHAELA (DE)

Applicant: KARLSRUHE FORSCHZENT (DE)

Classification:

- International: A61B19/00; A61B5/055; A61B17/00; A61B19/00; A61B5/055; A61B17/00; (IPC1-7): A61B19/00; A61B5/055; A61B6/04; B25J9/02

- European: A61B19/00M

Application number: DE20001030507 20000628

Priority number(s): DE20001030507 20000628

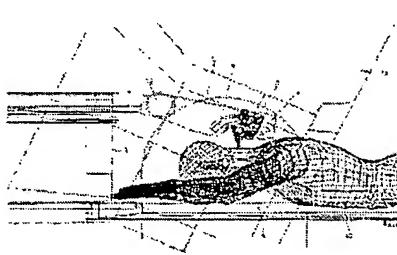
Also published as:

WO0200130 (A1)

Report a data error here

## Abstract of DE10030507

The invention relates to a manipulator for positioning surgical instruments on patients in a magnetic resonance tomograph (MRI) or computer tomograph (CT) machine, comprising a pivoting, turning, tilting and mobile manipulator arm, a mounting for said manipulator arm, a manipulator head, arranged on the distal end of said manipulator arm, and at least one surgical instrument which is pivotably mounted on the manipulator head. The aim of the invention is to develop and improve the operation of said manipulator such that it may find universal application in CT or MRI as, in particular, the support system for the remote controlled image-supported procedures on patients, without changing the position in which the patient is lying on the patient support. Said aim is achieved, whereby the mounting for the manipulator arm is a carriage which may be motor-driven around an arched support and the manipulator arm or manipulator head comprises a safety device for a rapid manual removal of the surgical instrument from the patient.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



21 Aktenzeichen: 100 30 507.5  
22 Anmeldetag: 28. 6. 2000  
43 Offenlegungstag: 17. 1. 2002

71 Anmelder:  
Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, 76133  
Karlsruhe, DE

72 Erfinder:  
Gumb, Lothar, 76676 Graben-Neudorf, DE; Junker,  
Heinz, 76297 Stutensee, DE; Stern, Dieter, 76694  
Forst, DE; Müller, Klaus, 76437 Rastatt, DE; Melzer,  
Andreas, Prof. Dr., 45478 Mülheim, DE; Hempel,  
Eckhard, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen, DE;  
Riffel, Michaela, 76228 Karlsruhe, DE

56 Entgegenhaltungen:  
DE 197 32 784 C1  
DE 196 27 314 C1  
DE 199 05 239 A1  
DE 198 18 785 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Manipulator für interventionelle und operative Eingriffe unter CT/MRT-Kontrolle

57 Manipulator zur Positionierung von medizinischen Instrumenten am Patienten in einem Magnetresonanztomographen MRT oder Computertomographen CT, bestehend aus einem schwenk-, dreh-, neig- und ausfahrbaren Manipulatorarm, einer Halterung für den Manipulatorarm, einen Manipulatorkopf, welcher am distalen Ende des Manipulatorarmes angeordnet ist, sowie mindestens einem medizinischen Instrument, welches in dem Manipulatorkopf schwenkbar eingesetzt ist. Aufgabe der Erfindung ist es, den beschriebenen Manipulator so weiterzuentwickeln und in seiner Handhabung zu verbessern, dass er im CT oder MRT universell, insbesondere als Trägersystem für ferngesteuerte bildgestützte Eingriffe am Patienten ohne Lageveränderung des Patienten auf der Patientenliege einsetzbar ist. Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Halterung für den Manipulatorarm eine Laufkatze ist, die motorisch auf einem Bogenträger verfahrbar ist und der Manipulatorarm oder der Manipulatorkopf eine Sicherheitsvorrichtung für ein schnelles manuelles Entfernen des medizinischen Instrumentes vom Patienten enthält.

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Manipulator für den Einsatz in einem Magnetresonanztomographen MRT oder Computertomographen CT mit einem durchgehenden Kanal zum Einschleiben einer Patientenaufgabe für Patienten gemäß des Oberbegriffs des ersten Anspruchs.

[0002] Derartige Manipulatoren eignen sich für ferngesteuerte Eingriffe an einem Patienten in der interventionellen Radiologie. Sie müssen dabei ein chirurgisches Instrument in den beengten Verhältnissen im CT oder MRT zu der gewünschten Position am Patienten heranführen, an dieser Position in die gewünschte Richtung zum Patienten durch Schwenken für den ferngesteuerten Eingriff auszurichten.

[0003] Bei der interventionellen Radiologie orientiert und überwacht der Arzt seine operativen Eingriffe mit Hilfe von bildgebenden Verfahren, beispielsweise mit Hilfe der CT und MRT. Üblicherweise liegt der Patient dabei auf einer Patientenliege, während der behandelnde Arzt den Eingriff am Bildschirm überwacht. Bei tomographischen Verfahren, wie z. B. die CT- und MRT-Verfahren sind dies zweidimensionale Schnittbilder durch den Patientenkörper, welche im geringen Abstand zueinander aufgenommen werden und zu einem dreidimensionalen Abbild, einem sogenannten Tomogramm des Patientenkörper zusammensetzbar sind. Die erstellten Tomogramme zeigen die inneren Organe, Gewebe- und Knochenstrukturen im Detail. Dabei können beliebige Schnittbilder generiert werden. Zudem lassen sich beim CT durch Kippen der Gantry oder programmgesteuert beim MRT individuelle Schnittdarstellungen generieren.

[0004] Anhand der tomographischen Daten legt der behandelnde Arzt seine Zugangplanung zum anschließend zu operierenden Organs fest und ermittelt die Koordinaten für den Einstich des medizinischen Instrumentes. Diese Daten lassen sich beispielsweise auch als Positionsdaten an die Manipulatorsteuerung überführen.

[0005] In DE 198 18 785 A1 wird ein Manipulator für die Diagnostik und therapeutische Behandlung der Mammas bündelings auf der Patientenliege liegender weiblicher Patienten im MRT beschrieben, wobei der behandelnde Arzt den operativen Eingriff mit Hilfe des MRT bildgestützt überwacht. Dabei besteht der Manipulator aus einer Halterung, an die ein schwenk-, dreh- und ausfahrbarer Manipulatorarm befestigt ist, einem Manipulatorkopf, welcher am distalen Ende des Manipulatorarmes angeordnet ist, sowie ein medizinisches Instrument, welches in dem Manipulatorkopf schwenkbar eingesetzt ist. Die Antriebe erfolgen im wesentlichen über rechnergestützte Stellmotoren außerhalb des MRT und werden über Wellen und Seilzüge zum Manipulator im MRT übertragen, wobei die erforderlichen Getriebe zum Teil im Manipulator, d. h. im MRT angeordnet sind. Aufgrund seiner konstruktiven Gestaltung, bedingt auch durch die begrenzten Platzverhältnisse im Kanal eines MRT, ist der Manipulator nur für das Anfahren der Mammas und daher nicht universell einsetzbar.

[0006] Ausgehend davon hat nun die vorliegende Erfindung zur Aufgabe, einen wie eingangs beschriebenen Manipulator weiterzuentwickeln und in seiner Handhabung zu verbessern. Dabei soll der Manipulator im CT oder MRT universell, insbesondere als Trägersystem für ferngesteuerte bildgestützte Eingriffe über weite Bereiche am Patienten ohne Lageveränderung des Patienten im Kanal eines MRT oder CT, einsetzbar sein.

[0007] Zur Lösung der Aufgabe schlägt die Erfindung die Merkmale vor, die in dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 angeführt sind. Weitere, vorteilhafte und die Erfindung weiterbildende Merkmale sind in den kennzeichnenden Teilen der Unteransprüche zu sehen.

[0008] Der erfindungsgemäße Manipulator wird im folgenden anhand von Zeichnungen zweier Ausführungsformen erläutert. Als chirurgisches Instrument am Instrumenten Kopf dient bei beiden Ausführungsformen beispielhaft eine Vorrichtung für die manipulatorgesteuerte Injektion von medizinischen Präparaten in den Patientenkörper. Es zeigen

[0009] Fig. 1a und b Ansichten des Manipulators der ersten Ausführungsform, in axial bzw. radial zum Patienten verlaufender Richtung,

[0010] Fig. 1c die Aufsicht des Manipulators der ersten Ausführungsform,

[0011] Fig. 2 eine Ansicht des Manipulators der ersten Ausführungsform entsprechend Fig. 1b mit Patientenliege, Patient und geschwenktem Gantry eines CT als Prinzipskizze, sowie

[0012] Fig. 3 eine perspektivische Ansicht des Manipulators der zweiten Ausführungsform mit Patient, Patientenliege und geschwenktem Gantry eines CT.

[0013] Die erste Ausführungsform des Manipulators besteht, wie den Fig. 1a bis c und 2 zu entnehmen ist, aus einer Laufkatze 1, welche mit über in Fig. 1a und b erkennbare Laufrollen 2 auf speziellen Laufschienen auf dem Bogenträger 3 geführt ist und motorisch auf diesem verfahren wird, ferner einem ausfahrbaren Teilarm 4, an dessen distalen Ende der um dieses distale Ende schwenkbare Teilarm 5 anschließt. Als Manipulatorkopf 6 mit einer C-Bogenführung 7 für die schwenkbare Aufnahme eines medizinischen Instrumentes, im Beispiel einer Injektionsnadelvorschubvorrichtung 8, dient das distale Endstück des schwenkbaren Teilarmes. Für die Versorgung der Injektionsnadelvorschubvorrichtung 8 mit zu injizierenden medizinischen Präparaten ist eine Dosiervorrichtung 11, in Fig. 1b und c angedeutet, erforderlich, welche am proximalen Ende des ausfahrbaren Teilarmes so befestigt ist, dass sie mit in den MRT oder CT mit einfahrbar ist.

[0014] Der ausfahrbare Teilarm 4 ist, wie in den Fig. 1a bis c dargestellt, parallel zur Hauptachse des Patienten mittels Spindeltrieb ausfahrbar. Ferner kann lässt sich dieser ausfahrbare Teilarm mittels Schneckenradantrieb um seine eigene Achse drehen, womit sich die Schwenkrichtung des schwenkbaren Teilarmes 5 zum Patienten ändert. Die beiden genannten Antriebseinheiten sind in der ersten Ausführungsform in der Laufkatze untergebracht. Alternativ zum genannten Spindeltrieb eignen sich auch Zahnstangen-, Riemenantriebe oder hydraulische oder pneumatische Zylinder. Ebenso kann der in Fig. 1b dargestellte Schneckenradantrieb durch pneumatische, hydraulische oder riemen-gestützte Antriebseinheiten ersetzt werden.

[0015] Der schwenkbare Teilarm 5 ist mit einer Schwenkverbindung 12 an das distale Ende des ausfahrbaren Armes 4 angebracht und damit mittels eines Schneckenradantriebs in einer Schwenkebene schwenkbar. Diese Schwenkebene lässt sich durch Drehen des ausfahrbaren Teilarmes 4 um seine eigene Achse verdrehen. Der in den Fig. 1b und c dargestellte Schneckenradantrieb ist durch pneumatische, hydraulische oder riemen-gestützte Antriebseinheiten ersetzbar.

[0016] Der Bogenträger 3 ist in der ersten Ausführungsform auf der Patientenliege 9 auf einer nicht weiter dargestellten angetriebenen Schienenschlittenführung axial zum und über den Patienten 10 verschiebbar. Als Antriebe hierfür eignen sich Spindeltriebe, welche beispielsweise im Falle einer MRT-Anwendung von außerhalb des MRT positionierten Elektromotors und über längere Wellen angetrieben werden. Alternativ eignen sich für einen MRT-Einsatz prinzipiell auch hydraulische Langhubzylinder, Antriebe mit pneumatischen oder hydraulischen Turboantrieben oder Zahnstangen-

genantriebe.

[0017] Im Falle von Komplikationen beim Patienten während des Eingriffes ist ein schnelles Herausfahren der Patientenliege aus dem CT oder MRT und ein schnelles Entfernen des chirurgischen Instrumentes vom Patienten 10 erforderlich. Aus diesem Grund ist der Bogenträger 3 mit einer Schnellkupplung auf der Schlittenführung befestigt und die Schwenkverbindung 12 zwischen ausfahrbaren und schwenkbarem Teilarm mit einer Rutschkupplung zum manuellen Wegschwenken des schwenkbaren Teilarmes und damit zum Entfernen des medizinischen Instrumentes, im Beispiel der Injektionsnadelvorschubvorrichtung 8, vom Patienten ausgestattet.

[0018] Fig. 2 zeigt schematisch den Manipulator der ersten Ausführungsform mit einer Injektionsnadelvorschubvorrichtung 8 entsprechend Fig. 1b, jedoch im Betriebszustand in einem CT mit Patientenliege 9 und einen hierauf bächlings liegenden Patienten 10. Die Patientenliege 9 ist entlang ihrer Längsachse verschiebbar, das Gantry 13 des CT schwenkbar. Dadurch können Schnittbilder vom im Messbereich des CT liegenden Teilbereich des Patienten 10 mit innerhalb des Schwenkbereichs des Gantrys 13 beliebigen Winkeln zur Körperlängsachse aufgenommen werden. In Fig. 2 ist das Gantry 13 des CT zur Lage des Patienten 10 so geschwenkt, dass eine CT-Schnittbildarstellung durch den Patienten 10 auf der in Fig. 2 als Linie dargestellten Schnittebene 14 generierbar ist. Wird die Injektionsnadelvorschubvorrichtung 8 durch den Manipulator so ausgerichtet, dass sich die Injektionsnadel direkt auf der Schnittebene 14 befindet und bewegt wird, ist eine Injektion unter ständiger Überwachung mittels bildgebender CT-Schnittbildarstellung auf vorteilhafter Weise allein auf der eingestellten Ebene durchführbar.

[0019] Fig. 3 zeigt in perspektivischer Darstellung die zweite Ausführungsform des Manipulators, bei der im Gegensatz zu der ersten, zuvor beschriebenen Ausführungsform der Bogenträger 3 nicht auf der Patientenliege 9, sondern an den Gantry 13 des CT befestigt und mit diesem schwenkbar ist. Ferner ist der ausfahrbare Teilarm 4 an die Form des Kanals in der Gantry 13 angepasst, d. h. geknickt gestaltet, wobei das proximale Ende 15 des ausfahrbaren Teilarmes 4 in der Laufkatze 1 radial und nicht tangential zum Patienten 10 mittels Spindel-, Riemen-, hydraulischer Zylinder- oder Zahnstangenantrieb bewegbar ist. Die axiale Relativbewegung von Manipulatorkopfes 6 mit der Injektionsnadelvorschubvorrichtung 8 zum Patienten 10 erfolgt dagegen allein über ein Verschieben der Patientenliege im CT. Ferner ist der ausfahrbare Teilarm 4 konstruktiv bedingt nicht um seine Längsachse drehbar. Dagegen ist die Schwenkvorrichtung 12 auf dem ausfahrbaren Arm 4 um die Längsachse des distalen Endes des ausfahrbaren Armes drehbar aufgesetzt, wobei für die Verstellung ein elektromotorischer Schneckenradantrieb, alternativ im Falle eines MRT-Einsatzes mit einem pneumatischen oder hydraulischen Turbomotor, einem Piezoantrieb oder einem kolbengestützten pneumatischen oder hydraulischen Antrieb, zum Einsatz kommt.

[0020] Die Schwenkvorrichtung 12, der schwenkbare Arm 5 und der Manipulatorkopf 6 mit C-Bogenführung 7 und die hierfür erforderlichen Antriebe der zweiten Ausführungsform entsprechen denen der ersten Ausführungsform, wobei jedoch das medizinische Instrument über eine schnell lösbare Schnellkupplung am Manipulatorkopf befestigt ist. Im Falle von Komplikationen während eines Eingriffes ist so das eingesetzte medizinische Instrument schnell vom Manipulatorkopf entfernbar und gemeinsam mit dem Patienten 10 aus dem CT oder MRT herausfahrbar.

[0021] Gegenüber der ersten Ausführungsform liegt in der

gemeinsamen Schwenkbarkeit von Gantry 13 und Manipulator der besondere Vorteil der zweiten Ausführungsform. Wird durch den Manipulator eine Injektionsnadelvorschubvorrichtung so positioniert, dass einerseits die Längsachse der Injektionsnadel auf der Schnittebene 14 liegt und auf dieser auch in den Patienten einsteckbar ist, andererseits die CT-Schnittbildarstellung des Patienten 10 ebenfalls mit dieser Schnittebene zusammenfällt, kann die Injektionsnadelvorschubvorrichtung 8 gemeinsam mit der Schnittebene 14 bei fest eingestellter Manipulatoreinstellung verschoben werden. Eine Korrektur der Ausrichtung der Injektionsnadelvorschubvorrichtung 8 mit der Injektionsnadel wäre dann nur auf der Schnittebene 14, d. h. im eingeschränkten Maße, erforderlich. Dies erspart für diesen Einsatzbereich ein Teil der Manipulatorsteuerung. Sind bestimmte Bewegungsvorgänge des Manipulators während des Eingriffes nicht erforderlich, kann ferner auf einzelne Antriebseinheiten für den Manipulator verzichtet werden, womit sich der technische Aufwand und damit die Kosten für einen Manipulator reduzieren.

[0022] In jedem Fall ist der Manipulator mit geeigneten Kontaktsensoren Abstandshalter und Endschaltem ausgestattet, welche ein unkontrolliertes Anfahren des Manipulators auf den Patienten 10, damit ungewollte Verletzungen des Patienten 10 vermeiden und beim Ansprechen eine vorprogrammierte Reaktion, beispielsweise ein Wegfahren des Manipulators vom Patienten, veranlassen. Alternativ zu den Kontaktsensoren sind auch berührungslose Infrarotdetektoren oder Temperaturfühler für diesen Zweck einsetzbar.

[0023] Wird der Manipulator im MRT eingesetzt dürfen keine magnetisierbaren Materialien für die Antriebe und Sensoren verwendet werden, wobei ggf. vorhandene Elektromotoren durch pneumatische oder hydraulische Turbomotoren, durch Piezoantriebe oder kolbengestützte pneumatische oder hydraulische Antriebe ersetzt werden müssen. [0024] Als Antriebe für den Manipulator für einen Einsatz im MRT eignen sich alternativ zu den beschriebenen Antrieben unabhängig von der Ausführungsform auch außerhalb des MRT liegenden Elektroantriebe, wobei die Antriebsleistung über Kardan-, Bowdenzug- oder Seilzugtriebe auf den Manipulator übertragen werden.

[0025] Auf jeden Fall ist vor dem Eingriff Patient und Manipulator mit Sterilbezügen abzudecken.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Laufkatze
- 2 Laufrollen
- 3 Bogenträger
- 4 ausfahrbarer Teilarm
- 5 schwenkbarer Teilarm
- 6 Manipulatorkopf
- 7 C-Bogenführung
- 8 Injektionsnadelvorschubvorrichtung
- 9 Patientenliege
- 10 Patient
- 11 Dosiervorrichtung
- 12 Schwenkverbindung
- 13 Gantry
- 14 Schnittebene
- 15 Proximales Ende des ausfahrbaren Teilarmes

#### Patentansprüche

1. Manipulator zur Positionierung von medizinischen Instrumenten am Patienten (10) in einem Magnetresonanztomographen MRT oder Computertomographen CT mit einem durchgehenden Kanal zum Einschieben

einer Patientenliege (9) für Patienten (10), bestehend aus

- a) einem schwenk- dreh-, neig- und ausfahrbaren Manipulatorarm,
- b) einer Halterung für den Manipulatorarm,
- c) einen Manipulatorkopf (6), welcher am distalen Ende des Manipulatorarmes angeordnet ist, sowie
- d) mindestens einem medizinischen Instrument, welches in dem Manipulatorkopf (6) schwenkbar eingesetzt ist,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- e) die Halterung für den Manipulatorarm eine Laufkatze (1) ist, die motorisch auf einem Bogenträger (3) verfahrbar ist,
  - f) der Manipulatorarm oder der Manipulatorkopf (6) eine Schnellkupplung oder eine Rutschkupplung als Sicherheitsvorrichtung für eine schnelles manuelles Entfernen des medizinischen Instrumentes vom Patienten (10) enthält, und
  - g) im Falle eines Einsatzes im MRT alle Komponenten, insbesondere aller Antriebe und aller Sensoren des Manipulators aus nicht magnetisierbaren Materialien bestehen und keine magnetische Magnetfeldlinien erzeugen.
2. Manipulator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebe pneumatische oder hydraulische Turbinen- oder kolbengestützte Antriebe oder Piezoantriebe oder Schneckenrad-, Spindel- oder Zahnstangenantriebe sind.
3. Manipulator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebe außerhalb des MRT liegenden Elektroantriebe sind und die Antriebsleistung über Kardan- Bowdenzug- oder Seilzugtriebe auf den Manipulator übertragen werden.
4. Manipulator nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Manipulatorarm aus je einem ausfahrbaren (4) und einem schwenkbaren Teilarm (5) besteht, diese Teilarme hintereinandergeschaltet sind, der ausfahrbare Teilarm (4) axial zur Hauptachse des Patienten mittels eines Antriebes ausfahrbar sowie um seine eigene Längsachse angetrieben drehbar ist und der schwenkbare Teilarm (5) radial zum Patienten (10) angetrieben kombiniert mit einer Rutschkupplung als Sicherheitsvorrichtung um die Schwenkverbindung (12) schwenkbar ist.
5. Manipulator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Bogenträger (3) auf der Patientenliege (9) axial zum Patienten (10) verschiebbar und über eine Schnellkupplung lösbar ist, der ausfahrbare Teilarm (4) auf der auf dem Bogenträger (3) angetrieben verfahrbaren Laufkatze (1) befestigt ist und am anderen Ende des ausfahrbaren Teilarmes (4) der angetrieben schwenkbare Teilarm (5) angebracht ist, an dessen distalen Ende sich wiederum der Manipulatorkopf (6) mit einer C-Bogenführung (7) für die angetrieben schwenkbare Aufnahme des medizinischen Instrumentes befindet.
6. Manipulator nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Bogenträger (3) fest an dem CT oder MRT befestigt und mit diesem bewegbar ist, somit die Patientenliege (9) im CT oder MRT relativ zu dem Bogenträger (3) verschiebbar ist, der Manipulator einen ausfahrbaren Teilarm (4) und einen schwenkbaren Teilarm (5) enthält, der ausfahrbare Teilarm auf der Laufkatze (1) befestigt, an dieser angetrieben radial zum Patienten (10) positionierbar ist und als Träger für den schwenkbaren Teilarm (5) dient, welcher wie-

derum angetrieben radial zum Patienten (10) ein-schwenkbar und gemeinsam mit der Schwenkvorrichtung (12) um die axiale Achse des distalen Endes des ausfahrbaren Armes (4) angetrieben drehbar ist und an dessen distalen Ende sich der Manipulatorkopf (6) mit einer C-Bogenführung (7) für die schwenkbare Aufnahme des medizinischen Instrumentes mit einer Schnellkupplung als Sicherheitsvorrichtung befindet.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

BEST AVAILABLE COPY

- Leerseite -

Fig. 1a

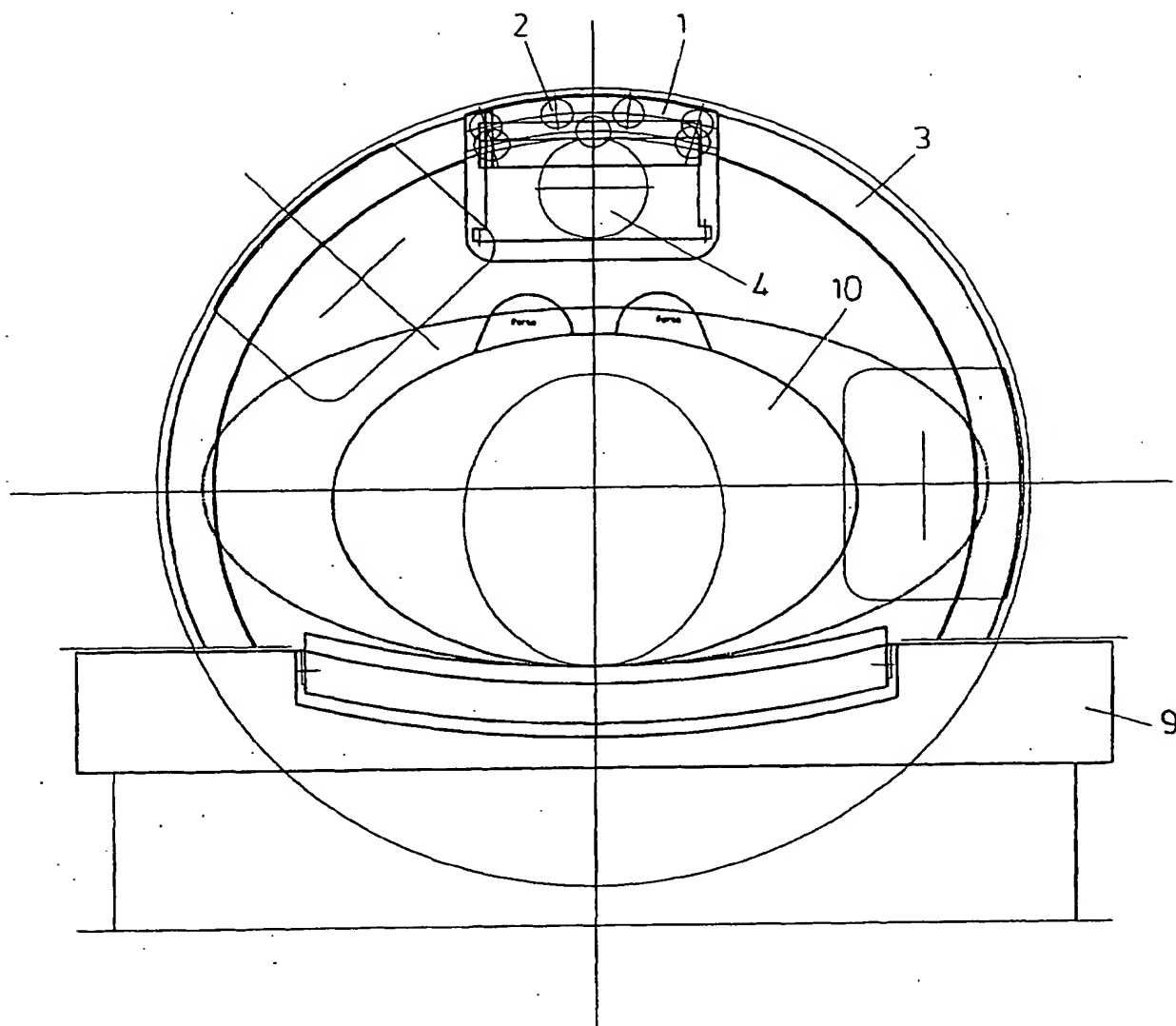
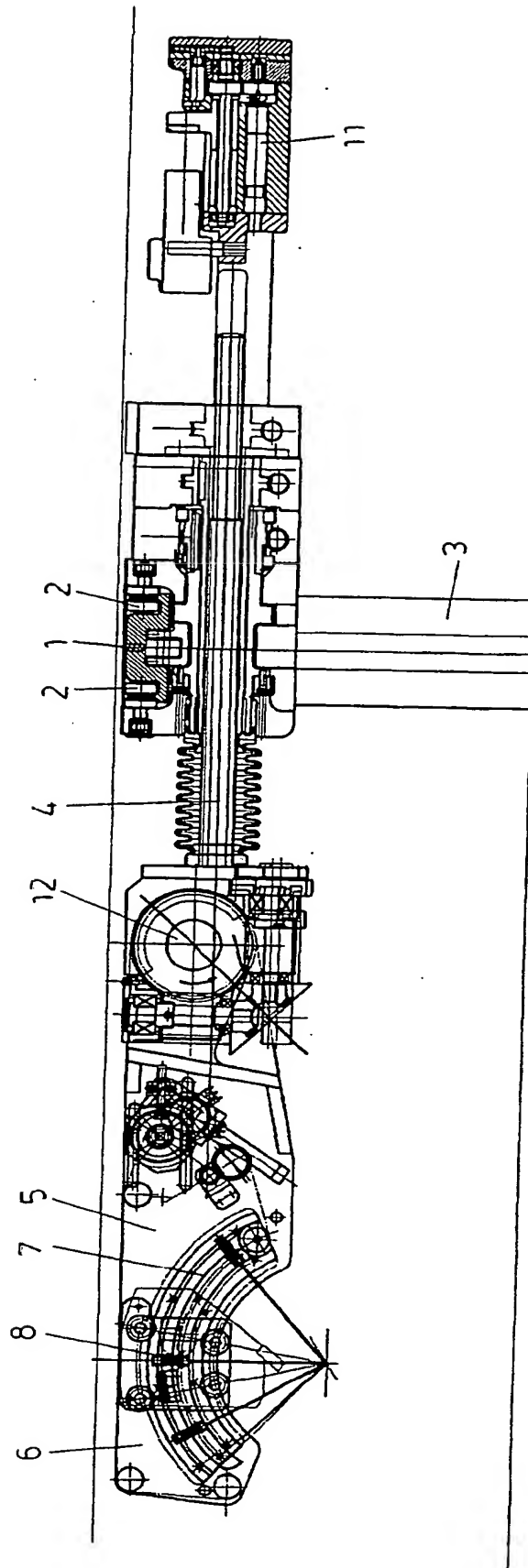


Fig. 1b





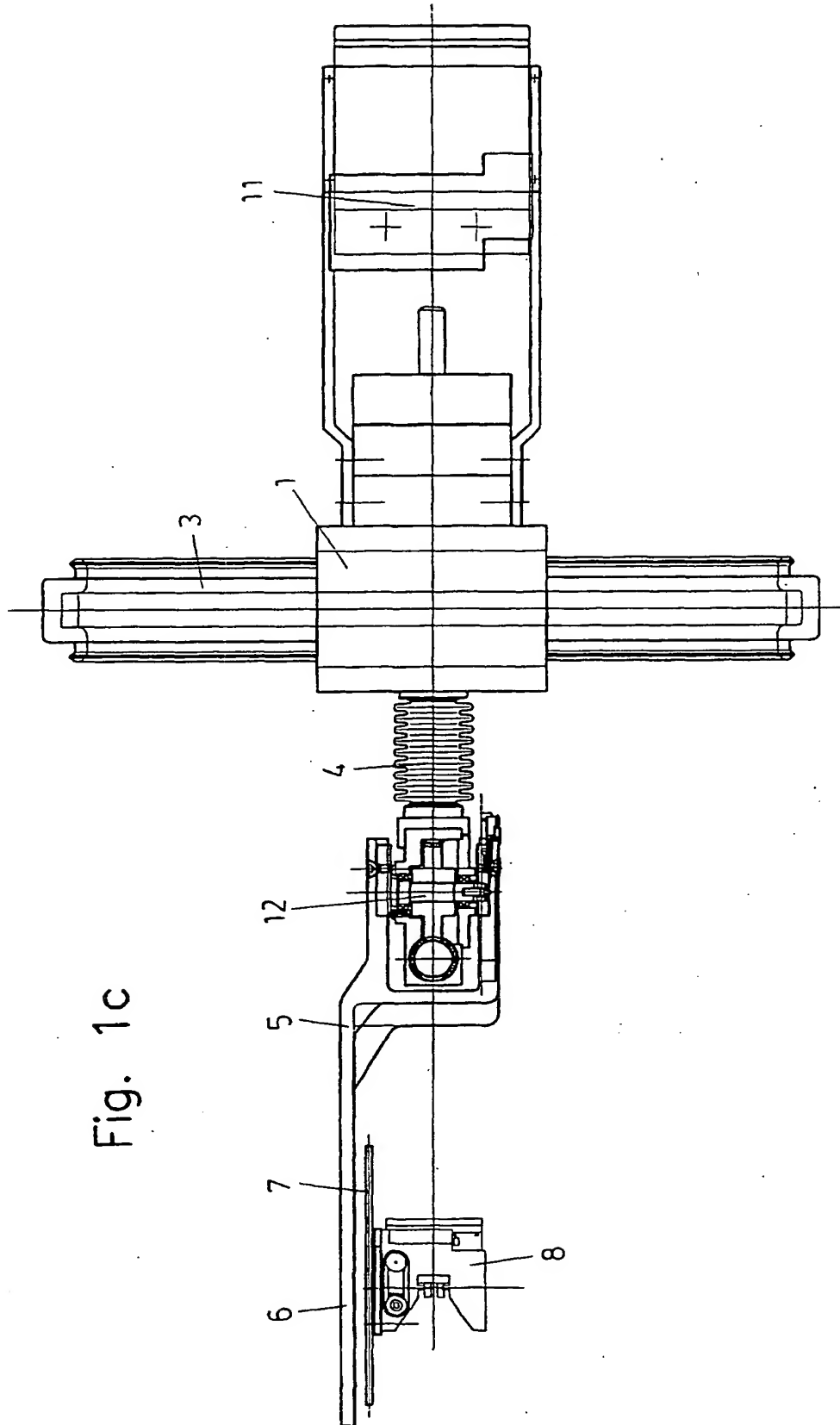
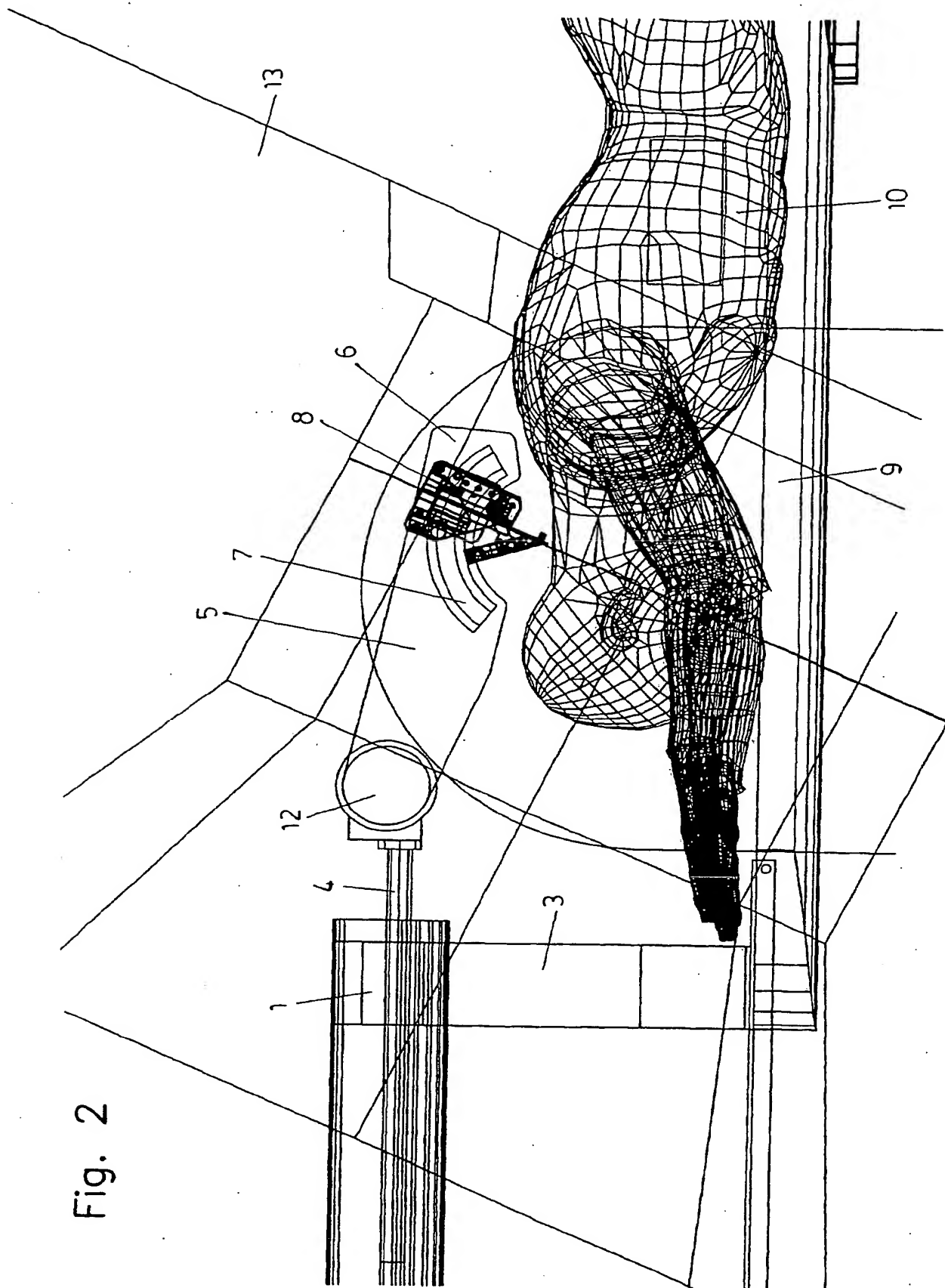


Fig. 1c

Fig. 2



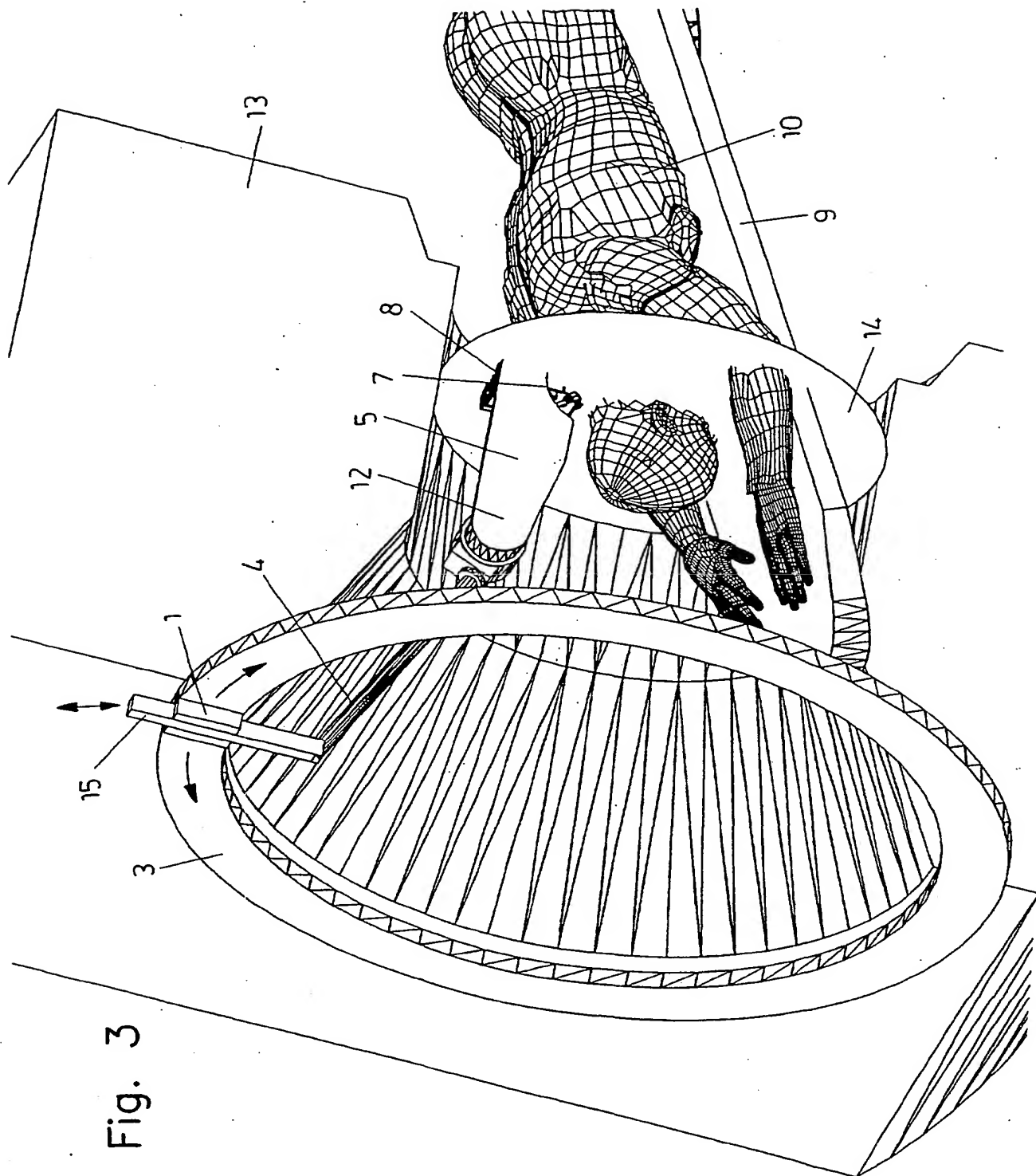


Fig. 3